1883
Lane Medical Library

# Untersuchungen

über den

# Einfluss galvanischer Ströme

## auf die Sensibilität der Haut.

---

**Inaugural-Dissertation**

zur

**Erlangung der Doctorwürde**

vorgelegt

**der hohen medicinischen Facultät**

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

und mit den beigefügten Thesen vertheidigt

**am 7. Juli 1883, Vormittags 12 Uhr**

von

**Carl Spanke**

aus Barmen.

---

**Bonn**

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi.

1883.

Bekanntlich hat der französische Arzt Dr. Burq[1]) von dem Jahre 1848 bis in die neuere Zeit eine Reihe von anfangs wenig beachteten Resultaten über die Heilung der hysterischen Hemianästhesie durch Auflegen von bestimmten, für einzelne Individuen verschiedenen Metallplatten mitgetheilt. — Diesen Angaben wurde erst einige Aufmerksamkeit zu Theil, als auf Veranlassung von Charcot[2]), der ähnliche Beobachtungen gemacht hatte, von der Academie de Biologie eine Commission von Gelehrten eingesetzt wurde mit der Aufgabe, die Burq'schen Untersuchungen einer genauen Prüfung zu unterziehen. Durch die Untersuchungen dieser Commission wurden nicht nur die Angaben Burq's über die äusserliche Wirkung der Metalle bei Hemianästhesie bestätigt, sondern noch die weitere merkwürdige Entdeckung gemacht, dass mit der Rückkehr der Sensibilität auf der anästhetischen Seite auf der symmetrischen Stelle der gesunden Seite die Sensibilität sich vermindere und verschwinde, um erst zurückzukehren, sobald die Anästhesie auf der erkrankten wieder auftrat. Die Commission bezeichnete diese Erscheinung als „transfert de la sensibilité".

Dass diese von den ausserfranzösichen Ländern zunächst mit beharrlichem Misstrauen aufgenommenen Angaben in Frankreich alsbald die Frage nach der Ursache dieser Erscheinungen wachriefen, ist wohl natürlich. Im Allgemeinen stimmten die französischen Forscher mit den Mitgliedern der Commission darin überein, dass die Ursache derselben in einer Electricitätswirkung zu suchen sei; welcher Art jedoch dieselbe sein müsse, darüber hatte Jeder seine eigene Ansicht.

---

1) Gaz. medic. de Paris 1877.

2) ibid.

Onimus nahm das Auftreten von electrocapillaren Strömen an, Vigouroux electrische Spannung, und Regnard[1]) behauptete, durch Berührung der Metallplatten mit der Haut kämen messbare electrische Ströme zu Stande, durch deren Anwesenheit die betreffenden Sensibilitätsveränderungen bedingt seien. Lange Zeit blieben die Angaben der französischen Forscher unbeachtet. Allerdings konnte Eulenburg, die Versuche Regnard's in verbesserter Weise wiederholend, bestätigen, dass durch Auflegen von bestimmten Metallplatten messbare galvanische Ströme hervorgerufen würden (bei Anästhetischen), dass dies aber nicht immer der Fall zu sein brauche bei vollkommen gesunden Menschen[2]).

Zu anderer Ansicht musste Westphal[3]) gelangen — er konstatirte zwar, dass man durch Auflegen von Metallplatten Rückkehr der Sensibilität bewirken könne; da sich indessen auch mit nichtmetallischen Platten, z. B. Knöpfen von Horn, ähnliche Wirkungen erzielen liessen, so schloss Westphal daraus, dass wenn wirklich Ströme dabei zu Stande kommen, ganz gewiss auch noch andere Momente mit in Betracht gezogen werden müssen, wodurch die Veränderungen der Sensibiltät und die Erscheinungen des Transfert sich erklären lassen.

Eine Erklärung für diese Erscheinungen der Pathologie wurde erst durch die Untersuchungen Rumpf's[4]) an normalen Menschen gegeben, bei welchen sich gleichfalls Wechselbeziehungen zwischen der Sensibilität beider Seiten sowie Erscheinungen des Transfert durch die verschiedensten Reizmittel, auch durch Metallplatten hervorrufen liessen. Aus diesen Ergebnissen sowohl, als auch aus einer Anzahl weiterer Beobachtungen schliesst der Verfasser, „dass es mindestens nicht nöthig sei, anzunehmen, dass die Metallplatten

---

1) Gaz. medic. de Paris 1877.
2) Ueber Metallotherapie. D. m. W. No. 25 u. 26.
3) Ueber Metalloskopie. Berl. klin. W. 1878.
4) Berl. kl. W. 1879. No. 36.

durch problematische electrische Ströme oder Spannungen wirken, so lange eine andere näherliegende Möglichkeit der Erklärung vorhanden sei, und diese liege in einer andern bis dahin vollständig übersehenen Eigenschaft der Metalle, nämlich der ausserordentlich guten Wärmeleitung." „Fügen wir hinzu — heisst es in der zweiten Arbeit Rumpf's[1]) — dass Thiere, die geschoren und mit Firniss, einer noch wesentlich schlechter wärmeleitenden Masse, überzogen sind, unter Verminderung der Eigenwärme und starker Hyperämie der Hautgefässe bald zu Grunde gehen, so lässt sich wenigstens denken, dass analog diesen den ganzen Körper treffenden Störungen bei den Metallplatten nur die bedeckte Haut und ihre mehr weniger grosse Umgebung von der Hyperämie und der daraus resultirenden Steigerung der Sensibilität betroffen wird."

Indessen schliesst Rumpf nicht aus, dass gleichzeitig mit den Erscheinungen an der Haut und ihrer Sensibilität auch Veränderungen insbesondere in den Centralorganen einhergehen, die möglicher Weise auf Gefässreflexe bezogen werden müssen, eine Ansicht, der sich u. A. Ratzlaff in seiner unter Eulenburg gearbeiteten Dissertation in vollem Maasse anschloss[2]).

Es erübrigt nun noch einer weiteren Erklärung zu erwähnen: Wenige Monate nach der ersten Veröffentlichung von Rumpf wurde ein Theil der metalloscopischen Erscheinungen im Grossen und Ganzen von Schiff bestätigt, doch führte dieser in einem auf der 52. Naturforscherversammlung in Baden-Baden 1879 gehaltenen Vortrag die Erscheinungen des Transfert auf Molekular-Erschütterung seitens der Metallplatten auf die Nervenenden zurück, eine Hypothese, die zu einer wissenschaftlichen Erklärung der Erscheinungen wohl kaum etwas beitragen dürfte, es sei denn, dass

1) Ueber Metalloscopie etc. Memorabilien 1880.

2) Alb. Ratzlaff: über bilaterale Functionen nach Application von Hautreizen. Diss. Greifswald 1879.

man in der besprochenen Wärmewirkung den molekularen Vorgang erblicken will.

Muss nun auch allen denjenigen, welche galvanische Minimalströme oder elektrische Spannungen zur Erklärung der Metallotherapie und des Transfert herangezogen haben, erwidert werden, dass selbst der Nachweis solcher schwachen Ströme mit den seitherigen Methoden nicht von Gewicht ist, da ja durch die Galvanometerverbindung mit Platten so leicht Ströme als Folge der Metallverbindung nachträglich entstehen und in den seitherigen Versuchen Fehlerquellen nicht ausgeschlossen zu sein scheinen, so musste doch von grossem Interesse sein, zu erforschen, ob und in welcher Weise man durch wirklich applicirte galvanische Ströme Veränderungen der Hautsensibilität hervorrufen kann.

Dass sich an den sensiblen Nerven unter dem Einfluss des galvanischen Stromes electrotonische Erscheinungen nachweisen lassen, ist ja durch die Untersuchungen Zurhelle's aus Pflüger's Institut, sowie durch weitere ausgedehnte Untersuchungen Pflüger's bekannt. Und auch für die Sinnesorgane hat Pflüger sein Gesetz des Electrotonus als normale Reaction in hohem Maasse wahrscheinlich gemacht, eine Anschauung, die für das Gehörorgan in den Untersuchungen Brenner's[1]) eine so glänzende Bestätigung fand.

Die Frage nach dem Verhalten der sensiblen Endorgane gegenüber dem Electrotonus ist nur selten gestellt worden und allerdings erschien sie durch die Untersuchungsergebnisse Nadjeschda Suslowa's erledigt, welche unter dem Einfluss des constanten Stromes auf die Haut an der Kathode eine Erhöhung der Sensibilität (Verkleinerung der Entfernung der Tastzirkelspitzen) und an der Anode eine Herabsetzung derselben (Vergrösserung der Entfernung der Tastzirkelspitzen) fand[2]).

Allein schon Setschenow, unter dessen Leitung diese

1) Unters. u. Beob. über die Wirkung electr. Ströme auf das Gehörorgan. Leipz. 1868.

2) Zeitschrift für ration. Medicin. 3. Reihe. XVII S. 155 ff.

Untersuchungen angestellt wurden, konnte, wie er in einer Anmerkung zu dieser Arbeit hinzufügt [1]), bei Wiederholung der Versuche an seinem eigenen Arm zu keinen bestimmten Resultaten gelangen und glaubt die Verantwortlichkeit für die Angaben Frl. Suslowa überlassen zu müssen. — Diese Bemerkung Setschenow's, sowie eigne zahlreiche Erfahrungen mit zweifelhaften Resultaten, mussten eine Wiederholung der Untersuchungen desshalb nichts weniger denn als überflüssig erscheinen lassen.

Es trat nun die Frage heran, welche Methode zur Prüfung der Hautsensibilität zu wählen sei.

Eine rasche und zweckmässige Prüfung konnte sowohl nach der electrocutanen Untersuchungs-Methode, wobei sich die Anordnung von Erb wohl am meisten empfiehlt, vorgenommen werden, als auch vermittelst Messen der Raumschwelle für die Doppel-Empfindung nach der alten Methode Weber's mit dem Tastzirkel.

Die erstgenannte Methode besteht darin, festzustellen, bei welcher Stromstärke die erste Empfindung überhaupt, und bei welcher die erste Schmerzempfindung bei Application einer faradischen Metall-Electrode auftritt.

Die zweite — Weber'sche — Methode, welche ich zu meinen Untersuchungen, mit Ausnahme einiger Controlversuche, gewählt habe, möge hier des besseren Verständnisses halber eine kurze Beschreibung erfahren. — Die Untersuchungen werden mit dem Weber'schen Tastzirkel angestellt in folgender Weise:

Man öffnet den Zirkel und sucht nun durch gleichzeitiges, mässiges, kurz dauerndes Aufsetzen beider Spitzen die an dem Zirkel abzulesende Distanz in Centim. und Millim. zu eruiren, in welcher noch beide Zirkelspitzen deutlich als zwei empfunden werden und nicht als eine. Hat man so z. B. auf diese Weise gefunden, dass auf der vola antibrachii die Spitzen in einer Entfernung von 3,0 cm noch Doppel-

1) Zeitschrift für ration. Medicin. XVII S. 159.

Empfindung hervorrufen, während dies bei 2,9 oder 2,8 cm nicht mehr der Fall ist, sondern beide Spitzen nur als eine gefühlt werden, so beträgt in diesem Falle an der vola antibrachii die normale Sensibilität 3,0 cm. Mit normaler Sensibilität bezeichne ich der Kürze halber immer die Grenze, an der das untersuchte Individuum unter normalen Verhältnissen, d. h. ohne dass irgend welche Reizzustände einwirken, oder dass etwa das Individuum an und für sich schon an Sensibilitätsstörungen leidet, noch deutlich das Aufsetzen von zwei Zirkelspitzen als zwei Tasteindrücke empfindet.

Zu diesem Zwecke war es nothwendig, zunächst die normalen Zahlen genau zu kennen, um rasch und ohne beträchtliche Reizung den jeweiligen genauen Werth feststellen zu können. Dieser Arbeit hat sich Herr Klinkenberg [1]) unterzogen und wir müssen betreffs der Untersuchung zum Theil darauf verweisen. Allerdings musste Klinkenberg, um zu allgemeinen mittleren Sensibilitätswerthen zu gelangen, Personen der verschiedensten Stände untersuchen, d. h. solche, die wesentlich mit körperlicher und solche, die mit geistiger Arbeit sich meist beschäftigen.

Zu den Versuchen, die ich mir vorgenommen, und bei denen es sehr häufig darauf ankommt, äusserst geringe Unterschiede festzustellen, waren selbstverständlich nur intelligente Personen mit gutem Unterscheidungsvermögen zu verwenden, die namentlich auch selbst den Untersuchungen das genügende Interesse entgegenbringen, was bei der arbeitenden Klasse wohl nur selten der Fall sein dürfte; deshalb habe ich davon Abstand genommen, an Arbeitern Sensibilitätsprüfungen vorzunehmen. Allerdings kann es vorkommen, dass man auch von recht intelligenten Personen ungenaue Angaben erhält, doch liegt dies dann meistens an leicht zu vermeidenden Aeusserlichkeiten, wie z. B. an nicht lege artis vorgenommenem Messen. Vor allen Dingen hat man sich

1) Diss. Bonn 1883.

davor zu hüten, dass durch das blosse Aufsetzen der Zirkelspitzen die Haut gereizt und dadurch schon Hyperästhesie erzeugt wird, was leicht geschehen kann durch zu starkes oder zu lange dauerndes Aufsetzen der Spitzen; auch müssen letztere völlig gleichzeitig aufgesetzt und gleichzeitig abgehoben werden. Die Messungen an den Extremitäten werden stets senkrecht zur Längsaxe derselben vorgenommen. Durch Uebung kann man es nach einiger Zeit dahin bringen, dass man nicht leicht eine der absolut peinlich zu beachtenden Cautelen unberücksichtigt lässt; ebenso erhalten auch mit der Zeit die Personen, an denen man zu untersuchen pflegt, eine gewisse Dressur und das Vermögen, äusserst geringe Differenzen präcise zu erkennen. — Dass nicht schon durch die Temperatur des Untersuchungsraumes ein Reizzustand verursacht werden darf, ist wohl selbstverständlich; man untersucht am besten bei gewöhnlicher Zimmertemperatur von ca. 15° R., auch ist es vortheilhaft, wenn die zu untersuchenden Körpertheile 5—10 Min. vor den Messungen bei dieser Temperatur von Kleidungsstücken entblösst gehalten werden.

Nachdem ich mich so über alle bei den Versuchen wohl zu berücksichtigenden Cautelen genügend orientirt hatte, glaubte ich nunmehr direct zur Lösung der mir gestellten Aufgabe übergehen zu können, — zu untersuchen, welchen Einfluss der constante Strom etwa auf die Sensibilität der Haut haben könnte. — Jedoch war vorher noch ein Moment zu beachten: bei den bekannten Sensibilitätsschwankungen konnte es nicht für wahrscheinlich gelten, dass das Aufsetzen der mit warmem Wasser befeuchteten Electrode, durch welche der Strom auf die Haut applicirt werden sollte, so ganz ohne Einfluss auf die Sensibilität der Haut bleiben könne. Dass ich mich darin nicht getäuscht hatte, ergaben die von mir nach dieser Richtung hin angestellten Versuche; ich befeuchtete eine gewöhnliche viereckige, mit Leinwand überzogene Metallplatten-Electrode mit Wasser von 27° R. und applicirte sie dann auf eine Stelle, deren normale Sensibilität

natürlich vorher gemessen war. Nach kürzerer oder längerer Application (nach 5 bis 20 Minuten) zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Individuen liess sich stets eine Erhöhung der Sensibilität unter der Electrode konstatiren um 0,5 bis 1,5 cm, gewöhnlich an der vola des Vorderarms um 1,0 cm. Einige Zeit nach dem Abheben der Electrode (nach 5 bis 10 Min.) und nachdem das der Haut von der feuchten Electrode anhaftende Wasser verdunstet war, kehrte die Sensibilität nach einigen Schwankungen meist wieder zum Normalen zurück. Uebrigens waren schon bei dieser einfachen Versuchsanordnung Transfert-Erscheinungen zu constatiren, also wenn zum Beispiel an der vola des linken Vorderarms durch Application der Electrode eine Sensibilitäts-Erhöhung erzielt wurde, so fand an der correspondirenden Stelle des rechten Vorderarms häufig eine Herabsetzung statt. Daraus ist ersichtlich, dass man es hier mit einem Faktor zu thun hat, der bei den später sich etwa ergebenden Veränderungen durch den constanten Strom nicht zu übersehen ist, sondern wohl mit in Rechnung gebracht werden muss.

Nunmehr glaubte ich, würden sich bei den vorzunehmenden Untersuchungen über den Einfluss galvanischer Ströme auf die Sensibilität der Haut keine Schwierigkeiten mehr darbieten, und ich würde bald bei Beachtung der bezüglichen aus der Physiologie bekannten Sätze zu definitiven Resultaten gelangen. Es handelte sich also darum, die Wirkung jeder einzelnen Electrode auf die sensibeln Endapparate der Haut zu prüfen. Dabei konnte man bei Wahl einer Extremität zur Untersuchung entweder beide Electroden auf die Extremität selbst aufsetzen, oder, wie es bei den electrischen Untersuchungen am lebenden Menschen sich eingebürgert hat, die zur Untersuchung dienende Electrode der gewählten Stelle aufsetzen, während die andere möglichst weit von dieser entfernt auf einem indifferenten Punkte stand. — Der letzteren Versuchsanordnung folgend setzten wir nun die Electrode, deren Wirkung erprobt werden sollte, gewöhnlich auf die vola des Vorderarms, während die andere Electrode

auf das sternum applicirt wurde. Den Vorderarm hielt ich desshalb als Versuchsstelle am meisten für geeignet, weil er ziemlich constante normale Sensibilitätswerthe bei den einzelnen Individuen zeigt, also die Sensibilität an dieser Stelle bei dem Einzelnen von Tag zu Tag nicht bedeutenden Schwankungen ausgesetzt ist; Wange, Stirn, Hände, überhaupt solche Stellen, die für gewöhnlich nicht von Kleidungsstücken bedeckt sind, sind zum Untersuchen nicht sehr geeignet, weil dort verhältnissmässig erhebliche Schwankungen leicht hervorgerufen werden.

Zum Galvanisiren wurde der grosse Hirschmann'sche Apparat verwendet, und die Stromstärke wurde mit dem Erb'schen Galvanometer bei dem Leitungswiderstande von 150 L. W. gemessen. — Bemerkt sei noch, dass vor jedem Versuche die normale Sensibilität festgestellt wurde, und zwar gewöhnlich an den Stellen, wo die Electrode applicirt werden sollte (meist an der oberen Hälfte der vola antibrachii), dann an der unteren Hälfte der vola antibrachii (6 bis 8 cm oberhalb des Handgelenks) und an den diesen correspondirenden Stellen der anderen Körperhälfte. Die zu merkenden Stellen wurden mit buntem Stift markirt.

Die eventuell aus der Einwirkung des constanten Stromes auf die Haut resultirenden Sensibilitätsveränderungen mussten, wie schon oben gesagt wurde, an beiden Electroden gesondert gemessen werden. Die Wirkung der einzelnen Electrode konnte nun wieder in verschiedener Weise ermittelt werden.

Im Folgenden sollen die Versuchsanordnungen in der Reihenfolge beschrieben werden, wie sie angestellt wurden. Die erste derselben war diese:

Beide Electroden wurden auf dieselbe Extremität applicirt und nun zunächst nach der Anode hin die Sensibilität gemessen, die Resultate waren äusserst unbestimmt, indem in geringerer oder grösserer Entfernung von der Anode entweder Erhöhung oder Herabsetzung oder auch gar keine Veränderung der Sensibilität sich zeigte. Die Untersuchungen im Bereiche der Kathode hatten keinen besseren Erfolg — es gibt also bei dieser Versuchsanordnung innerhalb wie ausser-

halb der vom Strom durchflossenen Strecke keinen sicher nachweisbaren Electrotonus, den man mit Bestimmtheit der Anode oder der Kathode zusprechen könnte, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass der Strom den Widerständen entsprechend sich mehr unter der Haut als in dieser verbreitet.

Eine zweite Methode, zu untersuchen, bestand darin, die beiden Electroden möglichst weit von einander entfernt zu halten; es wurde die eine Electrode auf die zu untersuchende Stelle (gewöhnlich vola antibrachii), die andere (indifferente) meist auf das sternum applicirt. Kurz nach dem Schliessen des Stromes wurde um die Electrode herumgemessen, deren Wirkung zu ermitteln war. Auch hierbei zeigte sich um die Anode sowohl, wie um die Kathode herum, dass zuweilen eine Erhöhung um 0,1 bis 1,3 cm, zuweilen eine Herabsetzung um 0,4 bis 1,9 cm stattfinden kann, und zwar dicht am Rande der Electrode und auch in einiger Entfernung davon.

Da auch aus diesen Versuchen kein sicheres Resultat zu erwarten war, so ging ich dazu über, die Messungen an den Stellen vorzunehmen, welche dem directen Einfluss der betreffenden Electrode ausgesetzt waren. Es wurde also kurz nachdem der Strom geschlossen war, die Anode z. B. abgehoben, mit dem Zirkel schnell gemessen und sofort die Anode wieder aufgesetzt. Wenn nun die für die Leitungsverhältnisse im motorischen und sensibeln Nerven gültigen Gesetze auch für die Endapparate der Haut gelten sollen, so hätte man sich zu denken, dass nach Abheben der Anode an der betreffenden Stelle eine positive Modification — Erhöhung der Sensibilität — eintritt. Allerdings zeigte sich nach Abheben der Anode meistens eine Erhöhung, doch häufig konnte auch eine Herabsetzung constatirt werden. Die in derselben Weise mit der Kathode angestellten Versuche ergaben dementsprechend dasselbe Resultat, so dass hierbei etwas häufiger eine Herabsetzung als eine Erhöhung stattfand.

Dass durch ein und dieselbe Electrode zweierlei Wir-

kungen erzielt werden sollten, bestehend in Erhöhung und Herabsetzung der Sensibilität, ist wohl mindestens unwahrscheinlich, und es ist auch aus den mit fast regelmässiger Bestimmtheit eintretenden Transfert-Erscheinungen der begründete Schluss zu ziehen, dass ein Unterschied besteht in der Wirkung der Anode und in der Wirkung der Kathode; denn fast immer bestand während der Anodenwirkung auf der linken Seite, eine Erhöhung der Sensibilität an der symmetrischen Stelle der rechten Seite, — während der Kathodenwirkung auf der linken Seite bestand eine Herabsetzung an der symmetrischen Stelle der rechten Seite. Da, wie oben erwähnt wurde, für gewöhnlich eine Herabsetzung der Sensibilität auf der einen Seite mit einer Erhöhung derselben auf der andern Seite Hand in Hand geht, so könnte man mit Recht daraus schliessen, dass, wenn während der Anodenwirkung auf der einen (z. B. linken) Seite, eine Erhöhung der Sensibilität auf der rechten Seite zu bemerken ist, mit Wahrscheinlichkeit dann auf der linken Seite unter der Anode die Sensibilität herabgesetzt ist, und dass das Umgekehrte bei Anwendung der Kathode stattfindet. Möglich wäre ja aber auch, dass durch den constanten Strom eine beiderseitige Erhöhung und beiderseitige Herabsetzung der Sensibilität bewirkt werden könnte, und desshalb ist es unbedingte Nothwendigkeit, mit Bestimmtheit sagen zu können, welchen Veränderungen die Sensibilität der Haut an den Stellen unterliegt, welche unter dem directen Einfluss der Anode resp. Kathode stehen.

Dass dies nach den bisherigen Versuchsanordnungen nicht ging, hat sich gezeigt; auch einige andere Versuchsanordnungen lieferten keine bestimmten Resultate. So wurde u. A. im Momente der Schliessung dicht am Rande der Electrode gemessen und sofort darnach der Strom wieder geöffnet, wobei allerdings um die Anode herum viel häufiger eine Herabsetzung als Erhöhung, um die Kathode viel häufiger eine Erhöhung als Herabsetzung der Sensibilität sich präsentirte.

Zieht man aus allem bisher Mitgetheilten das Facit, so ergiebt sich, dass die Sensibilität unter dem Einfluss des galvanischen Stromes wohl gewisse Veränderungen, bestehend in mehr oder weniger beträchtlicher Erhöhung und Herabsetzung erfahren kann, durch welchen Pol jedoch der eine, durch welchen der andere Zustand bedingt wird, darüber kann hiernach noch kein sicheres, beweiskräftiges Urtheil abgegeben werden, wenn auch nach den durch einige der verschiedenen Versuchsanordnungen erhaltenen Ergebnissen die Ansicht, dass durch die Anode die Sensibilität herabgesetzt, durch die Kathode erhöht wird, einigen Anspruch auf Richtigkeit gewinnt.

Ich bezweifelte schon, dass es mir überhaupt gelingen würde, durch Erhalten positiver Resultate diese Untersuchungen zum Abschluss zu bringen. Die bisher befolgten Versuchsmethoden hatten kein sicheres Resultat ergeben. Dagegen wies alles darauf hin, eine Versuchsanordnung ausfindig zu machen, bei der es möglich ist, direct unter der Electrode in dem durch dieselbe entstandenen Electrotonus zu messen.

Herr Dr. Rumpf rieth mir, es einmal mit dem Wasserbad zu versuchen und zu sehen, ob ich auf diese Weise vielleicht zum Ziele gelange. Und dieser Vorschlag bewährte sich; denn nun war es ein Leichtes, die durch die Einwirkung von Anode und Kathode bedingten Veränderungen zu constatiren, denn es war dazu ja nur nöthig, die betreffende Electrode in das Bad zu leiten, in dem der zu untersuchende Körpertheil sich befand, während die zweite Electrode auf einer entfernten Körperstelle applicirt war; die Wirkung musste sich in diesem Falle natürlich auch ergeben, obwohl die Electrode die Haut nicht berührte.

Da es nicht gut angeht, diese Versuche und die Befunde bei denselben in einer Tabelle zu veranschaulichen, so habe ich es vorgezogen, hier einige derselben im Einzelnen zu behandeln wie folgt:

## I. (Anode.)

Zu den Versuchen wird ein Blechgefäss benutzt, welches von der Grösse ist, dass bequem beide Unterschenkel zugleich darin Platz finden; das Gefäss ist gefüllt mit Wasser von 27° R. — Zunächst wird, wie immer, die normale Sensibilität ermittelt; sie beträgt in diesem Falle:

Vorderarm: rechts oben 2,1 cm links oben 2,1 cm
„ unten 1,5 „ „ unten 1,4 „

Oberarm: Rechts 2,8 „ links 2,7 „

Der linke Vorderarm wird nun in's Wasserbad getaucht und im Verlauf einer Minute ergiebt sich durch Einwirkung des warmen Wassers an der oberen Parthie des linken Vorderarms eine Erhöhung der Sensibilität um 1 cm, also von 2,1 auf 1,1, in den nächsten Minuten sinkt sie wieder um einige mm (auf 1,5).

Auch am rechten Arm (Vorder- und Oberarm) ist eine beträchtliche Höhe zu bemerken — am Oberarm um 1,4 cm. Darauf wird die Anode in's Wasser gesenkt, die Kathode auf das sternum applicirt, die Stromstärke beträgt 28° Nadelausschlag. Kurz nach Schliessung des Stromes wird die Sensibilität am linken Vorderarm im Wasser gemessen: im Wasser allein war sie von 2,1 auf 1,5 erhöht, unter der Einwirkung der Anode wird sie wieder herabgesetzt auf 2,3. Die Messungen ausserhalb des Wassers ergaben: am linken Oberarm Erhöhung von 2,7 auf 1,0, am rechten Oberarm Herabsetzung auf 4,0, am rechten Vorderarm Erhöhung auf 0,5.

Diese Werthe bleiben, von unbedeutenden Schwankungen abgesehen, constant während der folgenden 15 Minuten.

## II. (Anode.)

Untersucht wird am linken Vorderarm im Wasserbad von 27° R. Die normale Sensibilität beträgt:

Vorderarm: { rechts oben 2,2 links oben 2.3
„ unten 1,5 „ unten 1,8
Oberarm: rechts oben 2,7 links oben 2,8.

Das Wasserbad wirkt in folgender Weise auf das Verhalten der Sensibilität am

Vorderarm: { rechts oben 2,5 links oben 1,6
„ unten 2,0 „ unten 1,2
Oberarm: rechts oben 2,8 links oben 3,4.

Bei 20° Stromstärke wird die Anode in das Bad gesenkt, während die Kathode auf dem linken Oberschenkel ruht. Die Einwirkung der Anode macht sich in folgender Weise geltend: die durch das Bad am linken Vorderarm auf 1,6 erhöhte Sensibilität wird auf 4,8 herabgedrückt, während sie direct ausserhalb des Wassers am Oberarm von 3,4 auf 1,9 erhöht wird. Rechts beträgt die Sensibilität am Vorderarm oben 1,5, am Oberarm 3,7.

### III. (Anode.)

Untersucht wird am linken Vorderarm im Wasserbad von 27° R. Die normale Sensibilität beträgt:

am Vorderarm: { rechts oben 2,8 links oben 2,8
„ unten 1,8 „ unten 1,8.

Nachdem die durch das Wasserbad anfangs auf 1,5 gestiegene Sensibilität am linken Vorderarm, jetzt einige Zeit constant 1,8—2,0 betragen, wird die Anode in's Bad getaucht, und es folgt darauf sofort eine Herabsetzung auf 3,8 cm am obereren Theil der vola des linken Vorderarms. — Die Kathode stand auf dem linken Oberschenkel; an den correspondirenden Stellen des rechten Arms u. s. w. konnten in diesem Falle Messungen nicht mehr vorgenommen werden; denn, obgleich die angewandte Stromstärke nur 10° Nadelausschlag anzeigte, entstand doch nach kurzer Zeit unter der Kathode ein derartig starkes Brennen, dass der Versuch nicht ganz zu Ende geführt werden konnte. Uebrigens wurde noch ausserhalb des Wassers

am unteren Theil des linken Oberarms eine bedeutende Sensibilitätssteigerung constatirt.

### IV. (Anode.)

Untersucht wird am linken Vorderarm im Wasserbad von 27° R. Die normale Sensibilität beträgt:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| am Vorderarm | Rechts oben | 2,9. | Links oben | 2,9. |
| | „ unten | 2,1. | „ unten | 2,0. |
| am Oberarm | „ | 3,2. | „ | 3,0. |

Im Verlauf einer Minute wird im Wasser die Sensibilität am linken Vorderarm von 2,9 auf 2,0 erhöht, diese Erhöhung bleibt in den nächsten 5 Minuten bestehen; am Oberarm derselben Seite kommt eine Herabsetzung von 3,0 auf 3,5 zu Stande, während an der ganzen rechten Extremität eine unbedeutende Erhöhung (um 1—2 mm) stattfindet.

Die Anode ist im Wasser, die Kathode auf dem sternum; es wird ein Strom von 20° durchgeleitet.

Nach 5 Minuten werden folgende Veränderungen gemessen:

An der der Anodenwirkung ausgesetzten vola antibr. sin. ist die Sensibilität auf 3,0 gesunken, ausserhalb des Bades am linken Oberarm auf 1,8 gestiegen; gestiegen ist dieselbe ferner am rechten Vorderarm oben von 2,9 auf 1,7, unten von 2,1 auf 1,4, während sie am Oberarm auf 3,5 gesunken ist.

### V. (Kathode.)

Untersucht wird am linken Vorderarm im Wasserbad von 26° R. die normale Sensibilität, beträgt:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vorderarm | Rechts oben | 2,5 | Links oben | 2,6 |
| | „ unten | 1,5 | „ unten | 1,5 |
| Oberarm | „ | 2,0 | „ | 2,1 |

Durch das Wasserbad wird die Sensibilität am linken Vorderarm gesteigert: oben auf 1,5, unten auf 0,8; am linken Oberarm wird sie etwas (um 3 mm) herabgesetzt, während sie an der ganzen rechten Extremität normal bleibt.

Die Kathode wird ins Bad gesenkt, und die Anode auf das sternum gesetzt; durch Kathodenwirkung im Bad bei 20° Stromstärke werden folgende Veränderungen erzielt: am oberen Theil des linken Vorderarms steigt die Sensibilität auf 1,3, am unteren Theil auf 0,6, am Oberarm derselben Seite sinkt sie auf 2,7.

Am untern Theil des rechten Vorderarms ist eine Herabsetzung auf 2,3 zu bemerken, während am rechten Oberarm eine mässige Erhöhung stattfindet.

VI. (Anode.)

Untersucht wird am linken Fuss und Unterschenkel, welcher ca. zur Hälfte im Wasserbad von 27° R. steht. Die normale Sensibilität beträgt:

| | | |
|---|---|---|
| an der Wade (Mitte) | Rechts 3,0 | Links 3,0 |
| am Fussrücken | „ 1,5 | „ 1,5 |

Durch den Einfluss des Bades wird die Sensibilität auf beiden Seiten gesteigert, so dass sie beträgt:

| | | |
|---|---|---|
| an der Wade | Rechts 1,0 | Links 1,4 |
| am Fussrücken | „ 1,3 | „ 0,8 |

Die Anode wird in's Bad geleitet, die Kathode auf dem linken Vorderarm gehalten, die Stromstärke zeigt 20° Nadelausschlag. Nach 15—20 Minuten der Einwirkung des Stromes lassen sich folgende Veränderungen nachweisen:

Die Sensibilität, welche dicht oberhalb des Wasserspiegels 2,5 rechts sowohl wie links betrug, wird links auf 1,5 erhöht, während sie rechts auf 3,0 sinkt. Im Wasser betrug die Sensibilität an der linken Wade 1,4, durch Anodenwirkung erfährt sie eine Herabsetzung auf 3,0; am linken Fussrücken sinkt sie ebenfalls und zwar von 0,8 auf 1,7. Am rechten Unterschenkel sind keine wesentliche Veränderungen zu bemerken, doch am Fussrücken rechts findet sich eine Erhöhung von 1,3 auf 0,7.

VII. (Anode.)

Untersucht wird am rechten Unterschenkel im Wasserbad von 27° R. Die normale Sensibilität beträgt an der

rechten Wade 2,5. Durch das Bad findet eine Erhöhung auf 1,8 statt und durch Stromschliessung (20°), wobei die Anode im Wasser, die Kathode auf dem rechten Vorderarm sich befindet, eine Herabsetzung von 1,8 auf 4,0. 1 cm über dem Wasser beträgt die Sensibilität an der rechten Wade während der Anodenwirkung 1,5.

### VIII. (Anode.)

Untersucht wird am linken Handrücken im Wasserbade von 27° R. Die normale Sensibilität beträgt an der rechten Hand (dorsum) 2,6 an der linken Hand (dorsum) 3,0. Durch die Anodenwirkung im Wasser wird bei 20° Stromstärke am linken Handrücken eine bedeutende Herabsetzung der Sensibilität auf über 5 cm hervorgerufen, während am rechten eine Erhöhung auf 1,3 stattfindet.

### IX. (Kathode.)

Untersucht wird am linken Vorderarm im Wasserbad von 19° R. Die Sensibilität, welche daselbst 2,4 beträgt, wird im Wasser auf 1,7 erhöht und durch Stromschliessung (8°) durch Kathodenwirkung noch weiter auf 1,5 cm. Am rechten Arm sind durchaus keine Veränderungen wahrzunehmen.

### X. (Kathode.)

Untersucht wird am linken Vorderarm im Wasserbad von 27° R. Die normale Sensibilität beträgt:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| am Vorderarm | Rechts oben | 3,1 | Links oben | 2,9 |
| | „ unten | 2,1 | „ unten | 2,0 |
| Oberarm | „ | 1,8 | „ | 2,0 |

Als das Resultat der Einwirkung des Bades ergeben sich folgende Veränderungen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vorderarm | Rechts oben | 2,0 | Links oben | 1,5 |
| | „ unten | 0,7 | „ | 1,1 |
| Oberarm | „ | 1,0 | „ | 2,3 |

Die Kathode ist im Wasser, die Anode auf dem linken Oberschenkel, es wird ein Strom von 20° eingeleitet, wodurch die Sensibilität in folgender Weise verändert wird: Im Wasser findet eine Erhöhung statt, oben an der vola von 1,5 auf 1,2, unten von 1,1 auf 0,7; dicht über dem Wasser am Oberarm besteht eine Herabsetzung von 2,3 auf 3,2, während am rechten Oberarm die durch das Bad erhaltene Erhöhung bleibt, am rechten Vorderarm findet sich Herabsetzung von 2,0 auf 2,2 und von 0,7 auf 1,5.

XI. (Kathode.)

Untersucht wird am rechten Fussrücken im Wasserbad von 27° R. Am rechten und am linken Fussrücken (beide Füsse stehen im Bade) beträgt die Sensibilität 1,5. Durch Schliessung des Stromes (20° Nadelausschlag) kommt am rechten Fusse eine Erhöhung zu Stande auf 0,7, während am linken Fusse keine besondere Veränderung wahrzunehmen ist (Herabsetzung um 2 mm); dabei wurde die Kathode so dicht über dem rechten Fuss gehalten, dass es eben noch möglich war, mit den Zirkelspitzen darunter zu messen. Die Anode stand auf dem sternum.

XII. (Kathode.)

Untersucht wird am rechten Vorderarm im Wasserbad von 27° R. Die normale Sensibilität beträgt rechts und links 2,5. Durch das Wasserbad wird dieselbe rechts auf 1,7, links auf 2,0 erhöht. Ein Strom von 20° (Kathode im Wasser, Anode auf dem sternum) erhöht die Sensibilität fast momentan am rechten Vorderarm auf 1,0 cm, während links sofort eine Herabsetzung auf 3,5 bis 4,0 cm zu Stande kommt.

---

Fassen wir nach diesen Versuchen mit dem Wasserbad die Resultate zusammen, so finden wir zunächst an der im Wasser von 27° befindlichen Körperoberfläche eine Erhöhung

der Sensibilität, die in den einzelnen Fällen 0,6 bis 1,6 cm beträgt.

An der nicht im Wasser befindlichen Parthie derselben Körperseite, hier also für gewöhnlich dem untern Theil des Oberarms, zeigt sich entweder keine oder nur eine geringe Herabsetzung der Sensibilität, während an der entsprechenden Parthie der anderen Körperhälfte die Sensibilitätswerthe entweder die gleichen bleiben oder höchstens eine geringe Steigerung erfahren.

---

Durch Einwirkung der Anode auf den im Wasser befindlichen Körpertheil kommt bei einer Stromstärke von 10—28° daselbst stets eine Herabsetzung der Sensibilität zu Stande, welche in den einzelnen Fällen zwischen 0,8 und 3,2 cm variirt. Zu gleicher Zeit wird, während der Vorderarm im Wasser der Anodenwirkung ausgesetzt ist, durch Messen an dem nicht im Wasser befindlichen Oberarm derselben Seite eine Erhöhung der Sensibilität um 1,0 bis 1,7 cm constatirt; dies sind die Veränderungen an der primären Körperhälfte, wie kurzweg die Seite genannt werden mag, von der ein Theil unter dem directen Einfluss des galvanischen Stromes steht.

Anders gestalten sich die Verhältnisse an der anderen Körperhälfte: daselbst tritt nämlich, während an der primären Seite unter der Anode im Wasser eine Herabsetzung der Sensibilität besteht, an der entsprechenden Stelle eine Erhöhung derselben ein, welche in den einzelnen Fällen zwischen 1,0 und 1,6 cm schwankt. Eine Herabsetzung um 0,3 bis 2,6 cm tritt an der Stelle der anderen Körperhälfte ein, welche dem Theil der primären Körperhälfte entspricht, der nicht unter dem directen Einfluss der Anode steht, und der gewöhnlich, wie oben gesagt wurde, eine Erhöhung zeigt.

---

Aus der Anwendung der Kathode bei 8 bis 20° Stromstärke resultiren dieselben Erscheinungen in umgekehrter Weise; die Sensibilität erfährt nämlich unter dem directen Einfluss der Kathode im Wasser eine Erhöhung um 0,2 bis 1,5 cm.

In indirecter Weise äussert sich die Kathodenwirkung auf den nicht im Wasser befindlichen Theil (Oberarm) der primären Körperhälfte durch Herabsetzung der Sensibilität um 0,7 bis 1,5 cm. Parallel der Erhöhung der Sensibilität durch die Kathode an der primären Seite im Wasser zeigt sich eine Herabsetzung an der symmetrischen Stelle der andern Körperhälfte um 0,3 bis 2,0 cm, während der Herabsetzung, welche an den nicht unter Kathodenwirkung stehenden Stellen der primären Seite besteht, auf der andern Seite eine Erhöhung entspricht um 0,3 bis 1,2 cm.

---

Nicht immer traten die beschriebenen Erscheinungen zugleich mit Schliessen des dieselben verursachenden Stromes ein, sondern es verging, namentlich bei Anwendung der Anode, zuweilen fast eine Minute, ehe die betreffenden Veränderungen deutlich zu erkennen waren. Auch ist es nicht als Regel zu betrachten, dass mit Oeffnen des Stromes sofort die Wirkung desselben aufhört, sondern die durch die Anode bewirkte Herabsetzung z. B. kann noch kurze Zeit (ca. 1 Min.) anhalten, um alsdann einer Erhöhung Platz zu machen, welcher bald wiederum eine Herabsetzung folgt, und so fort, bis nach ungefähr 5—10 Min. durch allmäliche Beendigung dieser wechselweise auftretenden Erscheinungen die Sensibilität auf beiden Seiten zum Normalen zurückkehrt; von der Kathode gilt dasselbe in umgekehrter Weise.

Die durch die Anode im Wasser bedingte Veränderung — Anelectrotonus oder Herabsetzung der Sensibilität — lässt sich für gewöhnlich nicht ausserhalb des Wassers nachweisen, sondern schliesst meistentheils mit dem Wasserspiegel ab, kann jedoch einige mm darüber hinausgehen. Dicht

oberhalb des Wasserspiegels zeigt sich, während die Anode im Wasser wirkt, eine Erhöhung der Sensibilität.

Leitet man die Kathode ins Bad ein, so besteht natürlich auf der Körperoberfläche daselbst Katelectrotonus — erhöhte Sensibilität, und an den Theilen derselben Extremität, welche sich nicht im Wasser befinden und nicht unter directem Kathodeneinfluss stehen — herabgesetzte Sensibilität.

---

Aus diesen Erscheinungen resp. den dabei gewonnenen Resultaten ergibt sich nun auf sehr einfache Weise eine genügende Erklärung für die bei den obigen ersten Versuchsanordnungen bemerkten Unregelmässigkeiten. Denn wenn bei den S. 12 beschriebenen Versuchen in nächster Nähe der Anode eine Herabsetzung der Sensibilität gefunden wurde, so ist jedenfalls die Wirkung der Anode noch um ein Weniges über den von der Electrode bedeckten Raum hinausgegangen, während man sich zu denken hat, dass bereits Katelectrotonus um die Anode besteht, wenn durch Messung daselbst eine Erhöhung der Sensibilität sich ergibt. — Ergibt sich andrerseits um die Kathode herum eine Erhöhung, so besteht hier eben noch Katelectrotonus, weil die Wirkung der Kathode noch über den von ihr begrenzten Raum etwas hinaus geht; findet man dagegen um die Kathode herum eine Herabsetzung, so besteht hier schon Anelectrotonus, diese Erhöhung um die Kathode, wie die Herabsetzung um die Anode müsste sich immer einstellen, wenn die für die Leitungsverhältnisse im einzelnen Nerven aufgestellten Gesetze auch in demselben Maasse gültig wären für die Leitung in der Haut, dies ist jedoch nicht immer der Fall, und daher erklärt sich die Verschiedenheit in den Befunden.

Aus den Untersuchungen Pflüger's ist ferner bekannt, dass nach Oeffnung des Stromes der Katelectrotonus eine kurz dauernde negative Modification hinterlässt, während auf den Anelectrotonus eine länger dauernde positive Modification folgt, wobei die negative und positive Modification eine erhöhte oder verminderte Erregbarkeit bedeuten. Dass diese

Modificationen an der Haut nicht mit derselben Schnelligkeit auftreten, wie beim motorischen Nerven, ergibt sich aus dem S. 12 Gesagten. Hebt man, wie daselbst beschrieben wurde, die Anode ab, so findet sich meistens allerdings eine Erhöhung, aber auch noch häufig genug zunächst eine Herabsetzung und dann nachher eine Erhöhung; im ersteren Falle tritt das ein, was nach den physiologischen Gesetzen zu erwarten wäre: sofort nach Abheben der Anode: positive Modification; im anderen Falle dauert der Anelectrotonus noch über das Abheben der Electrode hinaus fort, um erst nach einiger Zeit (bis zu 1 Min.) daselbst die positive Modifikation sich localisiren zu lassen. Dieselben Modificationen erfahren die Untersuchungen bei Anwendung der Kathode.

Die S. 13 erwähnten Versuche, bei denen im Momente der Schliessung gemessen wurde, ergaben, wenn auch nicht sichere, so doch bedeutend bessere Resultate als die vorhergehenden; die nicht zutreffenden Resultate lassen sich aus dem oben Gesagten leicht erklären, dass nämlich Herabsetzung um die Anode und Erhöhung um die Kathode noch kurze Zeit andauern kann, bevor das Entgegengesetzte eintritt.

Sodann gehört hierher noch eine Erklärung für die Ergebnisse bei einer Versuchsanordnung, welche bis jetzt noch nicht beschrieben wurde, nämlich bei Anwendung labiler Ströme. Hierbei stand die indifferente Electrode wie gewöhnlich auf dem sternum, während mit der andern über die zu untersuchende Extremität langsam auf und ab gestrichen wurde.

Das Resultat war, wie bei den übrigen, unbestimmt — denn während mit der Anode untersucht wurde und dieselbe z. B. in der Nähe des Ellenbogengelenks sich befand, wurde am untern Theil des Vorderarms zuweilen eine Herabsetzung bemerkt, also dauerte thatsächlich dort der Anelectrotonus noch fort, zuweilen war schon positive Modification daselbst eingetreten, durch Erhöhung der Sensibilität sich documentirend. Dementsprechend verhielten sich auch die verschiedenen Werthe, die man erhielt bei Auf- und Abstreichen mit der Kathode.

Also wird der Beweis, dass unter dem Einfluss der Anode die Hautsensibilität eine Herabsetzung, unter dem Einfluss der Kathode eine Erhöhung erfährt lediglich durch die Versuchsanordnung mit dem Wasserbad beigebracht, und erst durch die bei dieser genannten Versuchsanordnung gewonnenen sicheren Ergebnisse ist es möglich, eine Erklärung zu schaffen für die aus den früheren Untersuchungen sich ergebenden unsichern und zweifelhaften Resultate.

---

Wie oben S. 13 erwähnt wurde, pflegt fast mit Regelmässigkeit während der Einwirkung des Stromes auf die primäre Seite, auf der andern Seite Transfert aufzutreten; dabei wurde bemerkt, dass man denselben wohl als halben Beweis ansehen könnte für die Richtigkeit der Wirkung der einzelnen Electroden. Nachdem durch die Untersuchungen im Wasserbad zur Genüge bewiesen ist, dass die Wirkung jeder Electrode eine specifische ist, und nicht etwa auch durch die Kathode Herabsetzung und durch die Anode Erhöhung der Sensibilität erzielt werden kann, braucht man nicht Anstand zu nehmen, den Transfert als vollgültigen Beweis anzuerkennen. Wenn also während der Einwirkung einer Electrode auf die primäre Seite, an der symmetrischen Stelle der anderen Seite eine Erhöhung der Sensibilität zu bemerken ist, so kann man mit Bestimmtheit aus dieser Transfert-Wirkung die Anode auf der primären Seite erkennen; die Kathode auf der primären Seite erkennt man natürlich durch Herabsetzung der Sensibilität auf der andern Seite.

Schon bei dem oben S. 9 beschriebenen einfachen Versuchen, welche nur mit der mit Wasser von 27° befeuchteten Electrode angestellt wurden, zeigte sich eine Erhöhung an der Applicationsstelle gewöhnlich um 0,8 bis 1,0 cm, mit welcher meistens, nicht immer eine Herabsetzung der Sensibilität an der symmetrischen Stelle der andern Körperhälfte Hand in Hand ging. Diese Veränderungen blieben so lange bestehen, als die Electrode an der betreffenden Stelle appli-

cirt blieb. Kurze Zeit nach Abheben derselben traten gewöhnlich die entgegengesetzten Erscheinungen auf: an Stelle der Erhöhung eine Herabsetzung und an Stelle der Herabsetzung eine Erhöhung der Sensibilität. Bald darauf fand wieder das Umgekehrte statt, und so ging dies weiter, bis das auf der Haut zurückgebliebene Wasser verdunstet war, und damit durch Aufhören der beiderseitigen Schwankungen die Sensibilität wieder normal war.

Bei Anwendung des constanten Stromes pflegt der Transfert fast mit Regelmässigkeit aufzutreten; wenn in einigen Fällen eine darauf bezügliche Veränderung nicht constatirt wurde, so mag das darin seine Erklärung finden, dass der Transfert nicht immer mit der durch Stromschliessung bedingten Veränderung a tempo einzutreten pflegt, sondern bald kürzere, bald längere Zeit nachher, zuweilen auch erst, nachdem der Strom wieder geöffnet war. Auch kann es vorkommen, dass selbst nach Oeffnen des Stromes noch kein Transfert zu erkennen ist; es ist anzunehmen, dass man in diesem Falle während einer Schwankung gemessen hat, d. h. zu einer Zeit, wo die Sensibilität der einen Seite auf dem Wege von der Erhöhung zur Herabsetzung, die der andern Seite auf dem Wege von der Herabsetzung zur Erhöhung sich befindet, und zufällig die Sensibilitätswerthe auf beiden Seiten gleich sind — wartet man noch einige Sekunden, so erkennt man mit Sicherheit einen Unterschied.

Dass das Zustandekommen von Transfert-Erscheinungen durch die Stärke des angewandten Stromes bedingt ist, soll nicht ausgeschlossen sein.

Das Zustandekommen von Transfert-Erscheinungen beobachtet man natürlich auch dann, wenn man den Strom in anderer Weise auf die Haut applicirt, so bei der kurzen Schliessung und Oeffnung, und bei der Anwendung labiler Ströme (s. o.). Bei der letzteren Versuchsanordnung ist der stetige Wechsel des Transfert auf beiden Seiten besonders deutlich zu erkennen.

Wie sich dies merkwürdige Phänomen bei Anwendung der galvanischen Bäder verhält, ist aus den oben einzeln geschilderten Versuchen sehr leicht zu ersehen: auch hierbei steht der Herabsetzung durch das Anodenbad eine Erhöhung auf der andern Seite, und der Erhöhung durch das Kathodenbad eine Herabsetzung auf der andern Seite gegenüber.

---

Fast mit derselben Regelmässigkeit wie der eben beschriebene Transfert pflegt eine Erscheinung einzutreten, welche man zum Unterschiede von dem eigentlichen Transfert den „Transfert derselben Seite" nennen könnte, es ist dies das Factum, dass die Gegend um die Anode herum eine Erhöhung, die Gegend um die Kathode herum eine Herabsetzung der Sensibilität zeigt. Dieser Transfert derselben Seite ist bei sämmtlichen angeführten Versuchsanordnungen zu erkennen, doch ist zu bemerken, dass derselbe nicht in stets regelmässiger Entfernung von der betreffenden Electrode auftritt, sondern bald dicht am Rande, bald bis zu 1 cm davon. Das bisher Gesagte gilt natürlich von der primären Seite und ist eigentlich nichts Auffallendes — hochinteressant dagegen ist, dass auch auf der andern Körperseite, die nicht unter dem directen Einfluss des constanten Stromes steht, dieser „Transfert derselben Seite" sich zu etabliren pflegt.

Leitet man beispielsweise die Anode in ein Wasserbad, in dem der linke Vorderarm sich befindet (s. o. Versuch IV), so wird bekanntlich die Sensibilität an der Oberfläche des Vorderarms daselbst durch den entstehenden Anelectrotonus herabgesetzt, in dem genannten Falle von 2,0 auf 3,0 cm. Die nächste Folge davon ist, dass da, wo die Anodenwirkung aufhört, also hier dicht oberhalb des Wasserspiegels an der primären Seite eine Erhöhung der Sensibilität von 3,5 auf 1,8 sich findet (Transfert derselben Seite). Aus der Anodenwirkung und daraus resultirenden Herabsetzung der Sensibilität am Vorderarm der linken Seite ergibt sich als Trans-

fert am rechten Vorderarm eine Erhöhung von 2,7 auf 1,7 cm. Es fragt sich: wie weit geht diese Erhöhung? sie geht genau so weit, wie an der primären Seite die Anodenwirkung, nämlich bis zu der Stelle, welche der durch den Wasserspiegel gezogenen Grenze entspricht, also ungefähr zwischen Vorder- und Oberarm. Die weitere Folge ist, dass, wie an der primären Seite an den Anelectrotonus eine Erhöhung sich anschliesst, so auch auf der anderen Seite an die Erhöhung eine Herabsetzung und in Wirklichkeit ergibt die Messung am rechten Oberarm auch eine Herabsetzung von 3,0 auf 3,5 cm; und so hätten wir auch hier wiederum den Transfert derselben Seite. Es würde zu weit führen, die oben beschriebenen Versuche nach dieser Richtung noch einmal einzeln zu behandeln; im Uebrigen ist es auch nicht schwierig, die genannten Thatsachen daraus zu deduciren.

---

Mit diesen Untersuchungen hatte ich bereits abgeschlossen und die Richtigkeit der dadurch erhaltenen Resultate schien mir in keiner Weise anfechtbar zu sein, als ich gegen Ende des Monats März d. J. eine Arbeit von Prof. Eulenburg[1]) über die Wirkung faradischer und galvanischer Bäder zu Gesicht bekam, welche wegen der entgegengesetzten Resultate mich in hohem Maasse überraschte. Es heisst u. A. in der citirten Arbeit: „Auch erfährt der Tastsinn der Haut keine der electrocutanen Sensibilität entsprechenden Alterationen; vielmehr kann derselbe local abweichend oder gerade entgegengesetzt sich verhalten, indem derselbe sowohl im Anoden- wie im Kathodenbade an den eingetauchten Körpertheilen zumeist mehr oder weniger beträchtlich erhöht wird."

Durch diese Mittheilung sah ich mich natürlich veranlasst, wiederum eine Reihe von Controlversuchen anzustellen

1) Neurologisches Centralblatt 1883 Nr. 6 I.

und dabei die früher gewonnenen Resultate einer nochmaligen genauen Prüfung zu unterziehen. Ich erreichte dadurch aber nichts Anderes, als eine Bestätigung der oben von mir ausgesprochenen Ansicht, dass im Kathodenbade die Sensibilität der Haut erhöht, im Anodenbade dagegen herabgesetzt wird.

Es wäre möglich, dass Eulenburg die Erhöhung, welche bereits durch das Bad an sich bedingt wird, übersehen hätte, und infolgedessen keine Herabsetzung durch Anodenwirkung bemerken konnte. Denn zuweilen beträgt die letztere allerdings nur soviel, wie die Erhöhung durch das Bad beträgt, so dass also, wenn die Erhöhung durch das Bad unbemerkt blieb, die Sensibilität scheinbar nach wie vor normal ist, meist sinkt sie jedoch noch weiter. Dass aber gar durch Anodenwirkung im Bade eine Erhöhung der Sensibilität der Haut stattfinden soll, halte ich auf Grund der von mir gemachten Beobachtungen thatsächlich für unmöglich.

Fassen wir das Endergebniss dieser Untersuchungen zusammen, so ergibt sich:

1. Unter der Einwirkung des constanten Stroms auf die Sensibilität der Haut tritt unter der Anode eine Herabsetzung, unter der Kathode eine Erhöhung des Raumsinns ein.

2. Diese Veränderungen des Raumsinnes folgen der Schliessung des Stromes im Allgemeinen nicht augenblicklich und verschwinden ebenso wenig momentan.

3. Der unter Einwirkung des galvanischen Stromes entstehende Electrotonus der sensiblen Nervenendigungen ruft in mehr weniger naher Umgebung die entgegengesetzte Modification hervor.

4. Nach dem Aufhören des Katelectrotonus tritt mehr weniger rasch eine negative Modification ein und umgekehrt, und beide Veränderungen kehren unter Schwankungen zur Norm zurück.

5. Jede electrotonische Veränderung des Raumsinns der einen Seite ruft auf der anderen die entgegengesetzte

Modification hervor und dieser Transfert betrifft auch die secundäre Erhöhung oder Herabsetzung der ersten Seite.

6. Die Stärke des Stromes scheint insofern von Einfluss zu sein, als durch einen kräftigeren Strom die electrotonischen Veränderungen und ihre Folgeerscheinungen um so rascher auftreten (und vielleicht auch rascher verschwinden).

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer Herrn Dr. Rumpf für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für die während derselben gewährte Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

# Vita.

Geboren wurde ich Carl Spanke am 8. August 1859 zu Meschede (i. Westf.). Confession katholisch. Meine Eltern, Zahnarzt Friedrich Spanke und Elisabeth geb. Alex siedelten im Jahre 1867 nach Barmen über. Daselbst absolvirte ich das Gymnasium und bestand die Maturitäts-Prüfung im Februar 1879. Fünf Semester studirte ich in Marburg, S.-S. 1879 bis S.-S. 1881. Dort bestand ich das tentamen physicum im Aug. 1881. Nach dem Ableben meines Vaters (im Sommer 1881) bezog ich die Universität Halle, blieb dort zwei Semester und wurde im W.-S. 1882/83 in Bonn immatrikulirt. Hier bestand ich das examen rigorosum am 28. Juni 1883.

Meine Lehrer während meiner Studienzeit waren folgende Herren Professoren und Docenten:

In Marburg: Frerichs, Külz, Lieberkühn, Melde, Roser, Wagener, Wigand, Zincke.

In Halle: Ackermann, Holländer, Oberst, Volkmann, Weber.

In Bonn: Binz, Doutrelepont, Köster, Rühle, Rumpf, Saemisch, Trendelenburg, Ungar, Veit, Witzel.

Allen diesen hochverehrten Lehrern erlaube ich mir an dieser Stelle meinen herzlichen Dank auszusprechen.

# Thesen.

I. Unter der Einwirkung der Anode des galvanischen Stromes lässt sich eine Herabsetzung des Raumsinnes der Haut nachweisen, während unter der Einwirkung der Kathode der Raumsinn eine Erhöhung erfährt.

II. Operative Eingriffe in die Lunge sind bei Tuberkulose nicht gestattet.

III. Die Zunahme unserer Kenntniss von der Localisation der Gehirnfunctionen wird die operative Behandlung der Gehirnkrankheiten erfolgreicher gestalten.

---

Opponenten:

Cand. med. Eichler.
Cand. med. Junkers.
Dr. med. Pletzer.